

LIGHT TRANSMITTER AND LIGHT TRANSMISSION METHOD AND POLARIZED LIGHT DIVISION MULTIPLEXED OPTICAL SIGNAL GENERATOR

Publication number: JP2003021816 (A)

Publication date: 2003-01-24

Inventor(s): YAMAUCHI KEIJI; SHIBANO EIICHI; TAGA HIDENORI

Applicant(s): KDDI SUBMARINE CABLE SYS INC

Classification:

- international: G02F1/03; H04B10/00; G02F1/01; H04B10/00; (IPC1-7): G02F1/03; H04B10/00

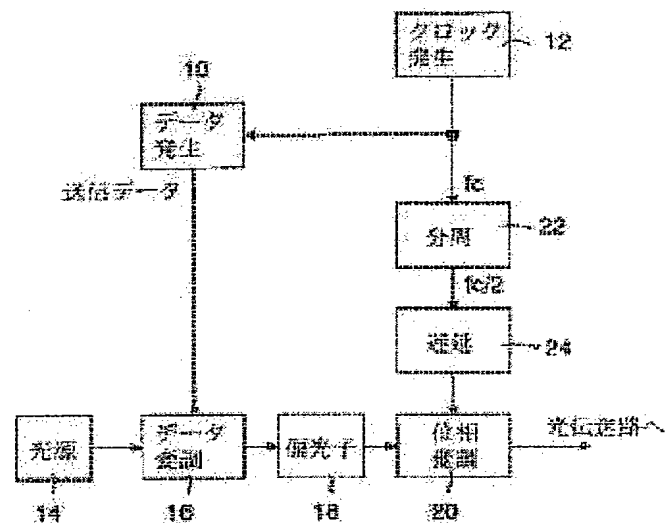
- European:

Application number: JP20010206313 20010706

Priority number(s): JP20010206313 20010706

Abstract of JP 2003021816 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate a polarized light division multiplexed optical pulse train with a simple structure. **SOLUTION:** A data generation circuit 10 generates transmission data synchronously with a clock (frequency f_c) outputted from a clock generation circuit 12. A light source 14 generates laser light and applies it to a data modulator 16. The data modulator 16 modulates the intensity of laser light from the light source 4 in accordance with transmission data from the data generation circuit 10 to generate an optical signal of an RZ optical pulse train for carrying the transmission data. The generated optical pulse train is inputted to a phase modulator 20 through a polarizer 18 in the direction of polarization of 45 deg. to the phase modulator 20.; A frequency divider 22 divides the frequency of the clock outputted from the clock generation circuit 12 into a half frequency $f_c/2$. The output of the frequency divider 22 is applied to the phase modulator 20 through a delay circuit 24. The phase modulator 20 gives 0 or π phase change to the x-direction component of the optical pulse train inputted from the polarizer 18 in accordance with a driving signal from the delay circuit 24 with respect to each bit section.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-21816

(P2003-21816A)

(43) 公開日 平成15年1月24日 (2003.1.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 F 1/03	5 0 2	G 0 2 F 1/03	5 0 2 2 H 0 7 9
H 0 4 B 10/00		H 0 4 B 9/00	B 5 K 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-206313(P2001-206313)

(22) 出願日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(71) 出願人 595162345

ケイディディアイ海底ケーブルシステム株式会社

東京都新宿区西新宿3丁目7番1号

(72) 発明者 山内 啓嗣

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号ケイディディアイ海底ケーブルシステム株式会社内

(72) 発明者 芝野 栄一

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号ケイディディアイ海底ケーブルシステム株式会社内

(74) 代理人 100090284

弁理士 田中 常雄

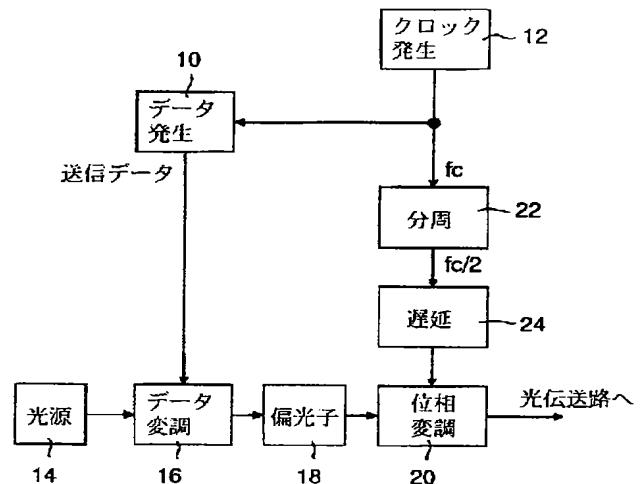
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送信装置及び方法並びに偏光分割多重光信号生成装置

(57) 【要約】

【課題】 偏光分割多重の光パルス列を簡単な構造で生成する。

【解決手段】 データ発生回路10は、クロック発生回路12から出力されるクロック（周波数 f_c ）に同期して、送信データを発生する。光源14はレーザ光を発生し、データ変調器16に印加する。データ変調器16は、データ発生回路10からの送信データに従い光源14からのレーザ光を強度変調し、送信データを搬送するRZ光パルス列の光信号を生成する。生成された光パルス列は、偏光子18を介して、位相変調器20に対して 45° の偏光方向で位相変調器20に入力する。分周器22は、クロック発生回路12の出力するクロックをその半分の周波数 $f_c/2$ に分周する。分周器22の出力は遅延回路24を介して位相変調器20に印加される。位相変調器20は、遅延回路24からの駆動信号に従い、偏光子18から入力する光パルス列のx方向成分に、そのビット区間毎に0又は π の位相変化を与える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データを搬送する光パルス列を発生する光パルス列発生器と、

当該光パルス列に同期する駆動信号であって、当該光パルス列のビットレートの $1/2$ の周波数に相当する周波数で交番する駆動信号を発生する駆動信号発生器と、
当該駆動信号により駆動されて、当該光パルス列発生器の出力する各光パルスの所定偏光方向成分の位相を変調する位相変調器とを具備することを特徴とする光送信装置。

【請求項 2】 当該光パルス発生器の出力光が、当該位相変調器内での当該駆動信号による電界方向に対して実質的に 45° の偏光方向で当該位相変調器に入射するように、当該光パルス列発生器及び当該位相変調器が配置されている請求項 2 に記載の光送信装置。

【請求項 3】 更に、当該光パルス発生器と当該位相変調器との間に配置される偏光制御装置であって、当該位相変調器内での当該駆動信号による電界方向に対して実質的に 45° の偏光方向で当該位相変調器に当該光パルス列が入射するように、当該光パルス列発生器の出力光の偏光方向を調整する偏光制御装置を具備する請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 4】 データを搬送する光パルス列を位相変調器に入力する光パルス入力ステップと、
当該光パルス列に同期する駆動信号であって、当該光パルス列のビットレートの $1/2$ の周波数に相当する周波数で交番する駆動信号を発生する駆動信号発生ステップと、
当該駆動信号により当該位相変調器を駆動し、それにより、当該光パルス列発生器の出力する各光パルスの所定偏光方向成分の位相を変調する位相変調ステップとを具備することを特徴とする光送信方法。

【請求項 5】 当該光パルス列が、当該位相変調器内での当該駆動信号による電界方向に対して実質的に 45° の偏光方向で当該位相変調器に入射する請求項 4 に記載の光送信方法。

【請求項 6】 所定周波数の交番駆動信号を発生する駆動信号発生回路と、

当該交番駆動信号により駆動され、所定方向の偏光成分光の位相を変調する位相変調器と、

当該交番駆動信号に同期する光パルス列を、当該所定方向に対して実質的に 45° の偏光方向で当該位相変調器に入射する光パルス列供給器とを具備することを特徴とする偏光分割多重光信号生成装置。

【請求項 7】 当該所定周波数が、当該光パルス列のビットレートの $1/n$ (n は 2 以上の整数) に相当する周波数である請求項 6 に記載の偏光分割多重光信号生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光送信装置及び方法並びに偏光分割多重光信号生成装置に関し、より具体的には、ビット毎に偏光状態が反転するパルス信号を出力する光送信装置及び方法並びに偏光分割多重光信号生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図 5 に示すように光パルス毎に偏光状態を直交させる方式（以下、偏光分割多重方式という。）は、隣接光パルスの干渉が無いので、時間軸上で光パルス間隔を狭めることができる。図 5 で、光パルス 40-1, 40-3, 40-5, 40-7 は、x 方向成分のみからなり、光パルス 40-2, 40-4, 40-6 は y 方向成分のみからなる。偏光分割多重では、信号周波数に対して半分の周波数でサイドバンドを形成するので、実質的にスペクトル幅が狭くなる。即ち、偏光分割多重方式を採用することにより、時間領域及び波長領域の両方で多重密度を高めることができる。

【0003】 偏光分割多重方式には更に、自己位相変調効果及び群速度分散の影響を受けにくいという利点がある。

【0004】 光パルス毎に偏光状態が直交する光パルス列を生成する構成として、個々のレーザ光源の出力光を異なる送信データで変調し、互いに直交する偏波で且つ各タイムスロットが重ならないように時間軸上で多重する構成と、単一光源の出力光を 2 分割し、その各分割光を異なる送信データで変調し、互いに直交する偏波で且つ各タイムスロットが重ならないように時間軸上で多重する構成が知られている。後者の構成は、例えば、特許第 2828369 号公報（米国特許第 5111322 号公報）に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記公報に記載の構成では、光学領域で 2 つの光パルス列を直交偏光状態で多重するために、2 つのデータ変調器と、一方の変調器出力光を遅延する光遅延線、2 つの偏光制御器、及び偏光ビームスプリッタを必要とする。即ち、従来例では、多くの光学素子が必要であり、装置の規模も大きくなる。

【0006】 本発明は、より簡単な構成で偏光多重を実現する光送信装置及び方法並びに偏光分割多重光信号生成装置を提示することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る光送信装置は、データを搬送する光パルス列を発生する光パルス列発生器と、当該光パルス列に同期する駆動信号であって、当該光パルス列のビットレートの $1/2$ の周波数に相当する周波数で交番する駆動信号を発生する駆動信号発生器と、当該駆動信号により駆動されて、当該光パルス列発生器の出力する各光パルスの所定偏光方向成分の位相を変調する位相変調器とを具備することを特徴とする。

【0008】本発明に係る光送信方法は、データを搬送する光パルス列を位相変調器に入力する光パルス入力ステップと、当該光パルス列に同期する駆動信号であって、当該光パルス列のビットレートの $1/2$ の周波数に相当する周波数で交番する駆動信号を発生する駆動信号発生ステップと、当該駆動信号により当該位相変調器を駆動し、それにより、当該光パルス列発生器の出力する各光パルスの所定偏光方向成分の位相を変調する位相変調ステップとを具備することを特徴とする。

【0009】このような構成により、少数の素子からなる簡単な構成でビット毎に偏光方向が直交する光パルス列を生成できる。

【0010】本発明に係る偏光分割多重光信号生成装置は、所定周波数の交番駆動信号を発生する駆動信号発生回路と、当該交番駆動信号により駆動され、所定方向の偏光成分光の位相を変調する位相変調器と、当該交番駆動信号に同期する光パルス列を、当該所定方向に対して実質的に 45° の偏光方向で当該位相変調器に入射する光パルス列供給器とを具備することを特徴とする。

【0011】このような構成により、少数の素子からなる簡単な構成で、1又は複数の光パルス単位で偏光方向を変調した光パルス列を生成できる。

【0012】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0013】図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示す。データ発生回路10は、クロック発生回路12から出力されるクロック（周波数 f_c ）に同期して、送信データを発生する。光源14は、データ発生回路10から出力される送信データを搬送する光キャリアとなるレーザ光を発生し、データ変調器16に印加する。データ変調器16は、データ発生回路10からの送信データに従い光源14からのレーザ光を強度変調し、送信データを搬送するRZ光パルス列の光信号を生成する。生成された光パルス列は、偏光子18を介して、図2に示すように、位相変調器20に対して 45° の偏光方向で位相変調器20に入力する。

【0014】図2において、 E_{in} は位相変調器20への入射光の偏光方向を示す。 E_x は、 E_{in} の x 方向成分、 E_y は E_{in} の y 方向成分である。位相変調器20は、図2の x 方向に駆動信号又は変調信号を印加される。即ち、 x 方向が、印加される駆動信号による電界方向であり、位相変調器20は、図2の E_x 成分の位相のみを変調し、 E_y 成分をそのまま透過する。

【0015】位相変調器20は、電気光学効果を有する結晶からなり、このような結晶には、例えば、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 、 $KNbO_3$ 、 $BaTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $K_3Li_2Nb_5O_{15}$ 、 $(Ba_{0.25}Sr_{0.75})Nb_2O_6$ 、TGS、TGSe、NaK $(C_4H_4O_6) \cdot 4H_2O$ 、 KH_2PO_4 及び Pb_5

Ge_3O_{11} などがある。

【0016】また、分周器22は、クロック発生回路12の出力するクロックをその半分の周波数 $f_c/2$ に分周する。分周器22から出力される周波数 $f_c/2$ のクロックは、タイミング調整用の遅延回路24を介して位相変調器20に駆動信号又は変調信号として印加される。遅延回路24の遅延時間は、詳細は後述するが、位相変調器20における信号光パルスと位相変調信号とが所定の位相タイミング関係になるように設定される。

【0017】位相変調器20は、遅延回路24の出力に従い、偏光子18から入力する 45° 方向に偏光した光パルス列の位相を変調する。位相変調された光パルス列は、光ファイバ伝送路に送出される。

【0018】図3を参照して、本実施例の特徴的な動作を説明する。図3は、位相変調器20の動作例を示すタイミングチャートである。30は、クロック発生回路12の出力する周波数 f_c のクロック、32は、データ変調器16から出力される光パルス列、34は、遅延回路24の出力する周波数 $f_c/2$ の駆動信号、36は位相変調器20における位相変化、38は、位相変調器20から出力される光パルス列の偏光方向をそれぞれ示す。位相変調器20の出力光の偏光方向の変化を理解しやすいように、光パルス列32は、全て'1'の光パルスからなるように図示してある。

【0019】図3に示すように、データ変調器16から出力される光パルス列32とクロック30は、互いに同期している。分周器22はそのクロック30を $1/2$ 周波数に分周し、遅延回路24が分周器22の出力クロックを遅延することにより、1ビット区間幅の矩形パルスからなるクロック34が生成される。このクロック34が位相変調器20に駆動信号として印加されるので、光パルス列32の各ビット区間の光パルスの x 方向成分 E_x の光位相が、交互に π 及び0だけシフトする。即ち、ビット区間T1、T3、T5における光パルスの x 方向成分 E_x の位相が π だけシフトするのに対して、ビット区間T2、T4における光パルスの x 方向成分 E_x の位相はシフトしない。 y 方向成分 E_y は、駆動信号34の影響を受けないので、 y 方向成分 E_y の光位相は、どのビット区間T1～T5でも変化しない。

【0020】このように、位相変調器20では、 y 方向成分 E_y の光位相は変化しないままに、1ビットおきに x 方向成分 E_x の位相が π だけシフトする。この結果、位相変調された x 方向成分 E_x と、位相変調されない y 方向成分 E_y を合成した後の偏光方向は、波形38に示すように、1ビット区間毎に 90° 異なる。即ち、ビット区間T1、T3、T5では偏光角度が 135° 、ビット区間T2、T4では偏光角度が 45° となり、ビット毎に偏光方向が直交する光パルス列が生成される。

【0021】ビットレートが高くなると、駆動信号34に示すような矩形波形の信号を生成するのは難しく、そ

の波形は正弦波に近付いてくる。しかし、位相変調器 20 に印加される駆動信号の波形が正弦波又はこれに類似する波形であっても、光パルス列のデューティ比が 50 % 程度未満と小さければ、多くのケースで上記実施例の場合と同程度の作用効果を得ることができる。位相変調器 20 は、個々の光パルスの主要部分で位相を 0 又は π だけシフトできるからである。各光パルスの裾の部分で隣接光パルスとの間で偏波の直交を確保できない場合、それがクロストークをもたらすが、その影響は小さい。

【0022】位相変調器 20 の出力光を偏光ビームスプリッタにより 2 つの偏光方向に分離し、それぞれのパルス波形を確認したところ、ビット毎に直交する偏光方向になっていることを確認できた。図 4 はそのアイパターン例を示す。図 4 (A) は位相変調器 20 の出力光のアイパターンを示す。図 4 (B) は、位相変調器 20 の出力光を偏光ビームスプリッタで 2 つの偏光成分に分離したときの一方の偏光成分のアイパターンを示し、同 (C) は他方の偏光成分のアイパターンを示す。位相変調器 20 の駆動信号の波形が正弦波に近くなっているの

で、2 つの偏光成分間に多少のクロストークが認められる。この程度のクロストークでも、上述の偏波分割多重伝送の利点は享受できる。

【0023】データ変調器 16 の出力光の偏光方向が、位相変調器 20 の駆動信号の電界方向に対して 45° になるように、データ変調器 16 及び位相変調器 20 を配置できる場合、偏光子 18 が不要になることは明かである。特定の偏光方向成分を抽出する偏光子 18 の代わりに、データ変調器 16 の出力光の偏光方向を、位相変調器 20 に 45° の角度で入射するように調整する偏光調

整器を配置しても良い。

【0024】分周器 22 の分周率及び分周器 22 から出

力されるクロックのデューティ比によっては、複数ビット区間を単位として、その内の所望数の連続するビット区間とそれ以外のビット区間で偏光方向を異ならせることができる。また、位相変調器 20 に印加する駆動信号のパルスパターンを所望のデータパターンと対応つけることで、偏光方向によりデータを搬送することも可能になる。

【0025】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるよう

に、本発明によれば、非常に簡単な構造で、隣接光パルス間で偏光方向が実質的に直交する光パルス列を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図 2】 位相変調器 20 への入射光の偏光方向の説明図である。

【図 3】 本実施例の動作を示すタイミング図である。

【図 4】 本実施例の出力光のアイパターン例である。

【図 5】 偏光分割多重伝送方式を説明する模式図である。

【符号の説明】

10：データ発生回路

12：クロック発生回路

14：光源

16：データ変調器

18：偏光子

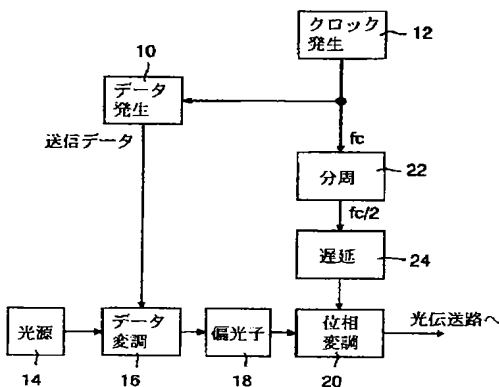
20：位相変調器

22：分周器

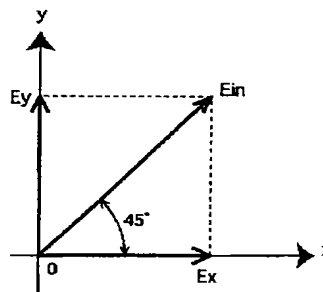
24：遅延回路

40-1～40-7：光パルス

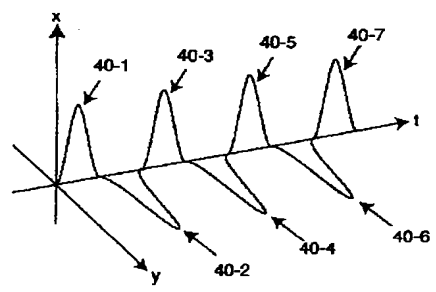
【図 1】



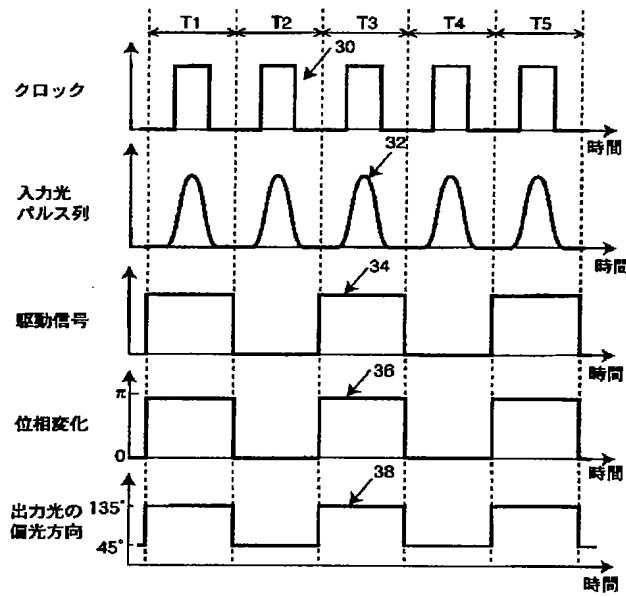
【図 2】



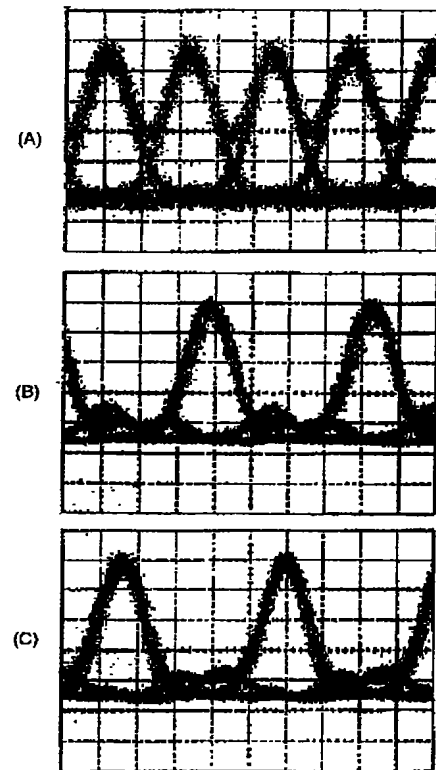
【図 5】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 多賀 秀徳
東京都新宿区西新宿三丁目 7 番 1 号ケイデ
イディ海底ケーブルシステム株式会社内

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA12 BA02 BA03 CA08
DA03 EB04 FA02 KA05
5K002 AA01 AA02 CA14 DA01 DA06
DA31